

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-298226

(43)Date of publication of application : 29.10.1999

(51)Int.Cl. H01Q 3/26
H01Q 3/02

(21)Application number : 10-098827 (71)Applicant : KOKUSAI ELECTRIC CO LTD

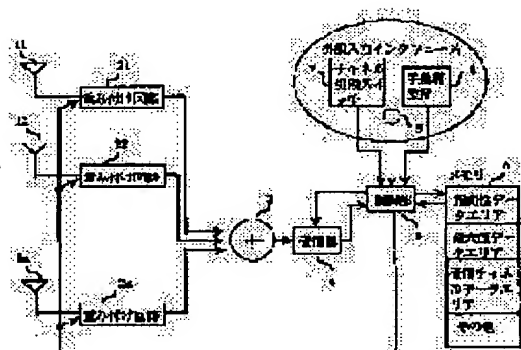
(22)Date of filing : 10.04.1998 (72)Inventor : KAMATA YASUYOSHI
URABE KENZO

(54) RECEIVER HAVING BEAM STEERING FUNCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To dispense with structural direction control of an antenna and to set an optimum receiving condition on any of set channels by measuring the receiving power level and setting the directivity of the antenna in the azimuth where the highest receiving power level is secured.

SOLUTION: The weighting circuits 21 to 2n change the amplitudes and phases of incoming radio waves of antenna elements 11 to 1n to control the directivity of each antenna element. The outputs of circuits 21 to 2n are synthesized by a synthesizer 3 and inputted to a receiving part 4. A control part 5 sets the channel set via a channel changeover switch 7 at the part 4 and also measures the receiving power level of the part 4. The part 5 also changes the amplitudes and phases of circuits 21 to 2n corresponding to the elements 11 to 1n to scan the antenna directivity in all directions. Thus, the part 5 searches for the direction of the highest receiving power level and performs the control to keep the directivity of the searched direction.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-298226

(43) 公開日 平成11年(1999)10月29日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 Q 3/26
3/02

識別記号

F I

H 0 1 Q 3/26
3/02

Z

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-98827

(22) 出願日 平成10年(1998)4月10日

(71) 出願人 000001122

国際電気株式会社

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 鎌田 容好

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際
電気株式会社内

(72) 発明者 占部 健三

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際
電気株式会社内

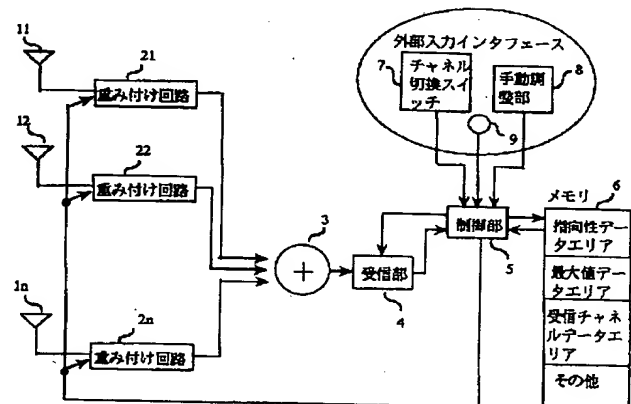
(74) 代理人 弁理士 高崎 芳紘

(54) 【発明の名称】 ビームステアリング機能付き受信機

(57) 【要約】

【課題】 テレビ等の受信機で、受信チャンネルごとにアンテナの指向性を最適に設定できるようにする。

【解決手段】 その指向性を電氣的に変更させることが可能なアンテナ素子11～1nからなるアレイアンテナを用い、受信チャンネルを変更するごとに、アンテナの指向性を全方位にスキャンさせ、そのときの受信電力レベルを測定し、最大値の受信電力レベルが得られる方位にアンテナの指向性を設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の受信チャンネルを切り替えて受信するビームステアリング機能付き受信機であって、その指向性が可変制御可能なアレイアンテナと、チャンネル切換時または電源投入時に前記アレイアンテナの指向性をあらかじめ定められた範囲でスキャンさせるための自動スキャン手段と、該手段によりスキャンされたときの前記アレイアンテナの、そのときの受信チャンネルの受信電力レベルが最大になった方位を受信方位として検出するための最大方位検出手段と、該手段により検出された受信方位に前記アレイアンテナの指向性の方位を設定するための方位設定手段と、を備えたことを特徴とするビームステアリング機能付き受信機。

【請求項2】 前記アレイアンテナの指向性を手動によりスキャンして受信方位を設定するための手動スキャン手段と、該手段を用いて受信方位を設定する手動設定モードかあるいは前記自動スキャン手段及び前記最大方位検出手段を用いて受信方位を設定する自動設定モードかを選択するための方位設定モード切替手段と、を付加したことを特徴とする請求項1に記載のビームステアリング機能付き受信機。

【請求項3】 前記手動スキャン手段により設定された受信方位を前回受信方位として受信チャンネル対応に記憶するための前回設定値記憶手段と、前記方位設定モード切替手段により手動設定モードが選択されたときに前記前回設定値記憶手段に記憶された当該受信チャンネル対応の受信方位を前記受信方位とし、その後前記手動スキャン手段により受信方位が設定されるとその設定された方位を当該受信チャンネル対応の前回受信方位として前記設定値記憶手段の内容を更新するための記憶手段読み出し更新手段と、を付加したことを特徴とする請求項2に記載のビームステアリング機能付き受信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電波の到来方向に対し適切な指向性をアンテナに設定できるようにしたビームステアリング機能付き受信機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 電波の到来方向に対して、適切な指向性の設定が求められる従来の受信機として、テレビ放送受信機の場合について説明する。テレビ放送の受信機は、八木アンテナなどの高指向性単一ビームのアンテナで電波を受信し、チャンネル切換スイッチによる指示に応じた受信信号を出力する。図2はテレビ放送受信機をモデルとした従来方式のテレビ受信機のブロック図である。単一ビームアンテナ31でテレビ電波を受信し、受信部3

2の受信チャンネルをチャンネル切換スイッチ33でチャンネル設定し、受信画像をモニタ34に出力する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、この受信機構成では、電氣的にアンテナの指向性を变化させる機能を持たず、また、受信機内部に受信ビームの品質評価機能を持たないため、受信品質はアンテナの設置環境状態に依存する。このため、テレビ受信機のユーザは、各チャンネルを切り替え、出力の品質を監視しながら、全チャンネルでなるべく良好となるようアンテナの機構的な向きを調整することが必要となる。この場合、受信アンテナは固定であるので、いずれかのチャンネルは良好であるが、必ずしも全チャンネルが良好にならないため、各チャンネルの受信状態の違いに個別に対応できない。このように、従来のアンテナはアンテナの機構的な向きの調整作業が難しく、チャンネルに対応した最適の受信条件が得られないという問題があった。

【0004】 本発明の目的は、上記の問題点を解消するために行ったもので、アンテナの機構的な向きの調整が不要であり、設定したチャンネルのいずれにおいても最適な受信条件を設定できるビームステアリング機能付き受信機を提供することが目的である。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成するために、本発明は、複数の受信チャンネルを切り替えて受信するビームステアリング機能付き受信機であって、その指向性が可変制御可能なアレイアンテナと、チャンネル切換時または電源投入時に前記アレイアンテナの指向性をあらかじめ定められた範囲でスキャンさせるための自動スキャン手段と、該手段によりスキャンされたときの前記アレイアンテナの、そのときの受信チャンネルの受信電力レベルが最大になった方位を受信方位として検出するための最大方位検出手段と、該手段により検出された受信方位に前記アレイアンテナの指向性の方位を設定するための方位設定手段と、を備えたことを特徴とするビームステアリング機能付き受信機を提供する。

【0006】 また、本発明は、前記アレイアンテナの指向性を手動によりスキャンして受信方位を設定するための手動スキャン手段と、該手段を用いて受信方位を設定する手動設定モードかあるいは前記自動スキャン手段及び前記最大方位検出手段を用いて受信方位を設定する自動設定モードかを選択するための方位設定モード切替手段と、を付加したことを特徴とするビームステアリング機能付き受信機を提供する。

【0007】 さらに、本発明は、前記手動スキャン手段により設定された受信方位を前回受信方位として受信チャンネル対応に記憶するための前回設定値記憶手段と、前記方位設定モード切替手段により手動設定モードが選択されたときに前記前回設定値記憶手段に記憶された当該受信チャンネル対応の受信方位を前記受信方位とし、その

後前記手動スキャン手段により受信方位が設定されるとその設定された方位を当該受信チャンネル対応の前回受信方位として前記設定値記憶手段の内容を更新するための記憶手段読み出し更新手段と、を付加したことを特徴とする請求項2に記載のビームステアリング機能付き受信機を提供する。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明になるビームステアリング機能付き受信機の構成例を示すブロック図である。図でアンテナ素子11、12、・・・、1nのn個のアンテナ素子からの出力は、それぞれに対応したn個の重み付け回路21、22、・・・、2nに接続されている。重み付け回路21、22、・・・、2nは、アンテナ素子11、12、・・・、1nの到来電波の振幅と位相を変化させ指向性を制御する。すなわち受信アンテナビームの方向を制御する。これをビームステアリングと称す。各重み付け回路の出力は合成器3で合成され受信部4に入力されている。制御部5は、チャンネル切換スイッチ7からの設定チャンネルを受信部4に設定するとともに、受信部4の受信電力レベルを測定する。また制御部5は、ユーザが手動調整部8により指示を与えたときに、その指示に応じてアンテナ総合の指向性を調整する。アンテナの指向性の変更を行うには、自動で行う方法と、ユーザーが手動で行う方法があり、自動設定のモードにするか手動設定のモードにするかは、自動/手動切換スイッチ9でユーザが決める。メモリ6には、アンテナの指向性を決めるために重み付け回路に設定する指向性データを全方位分記憶しておく指向性データエリア、最大受信電力レベルの値とそのアンテナの指向性の方位を記憶しておく最大値データエリア、手動で調整した指向性データを受信チャンネル対応に記憶しておく受信チャンネルデータエリアがある。

【0009】本発明では、各チャンネルの受信電力が最大値になるように自動的にアンテナの指向性を定める自動設定モードと、受信電力が最大でなくても、ゴーストなどがない画像をユーザが目で確認してアンテナの指向性を定める手動設定モードがあるが、最初に、自動設定モードの動作概要を図5の自動設定動作フローに基づき説明する。図1の受信機で電源が投入されるか、電源が投入された状態でチャンネル切換スイッチ7が切り替わると(STEP41でYES)、制御部5はアンテナ素子11、12、・・・、1nのn個のアンテナ素子に対応している重み付け回路21、22、・・・、2nの振幅と位相を変化させ、アンテナの指向性を方位0°から360°までの全方位にスキャンさせる(STEP42)。そして、最大受信電力のレベルの方向を探索し(STEP43)、その指向性を保持するように制御する(STEP44)。一度、最大受信電力レベルの方向にアンテナをセットすると(STEP44)、STEP41にもどり、次に新たなチャンネル切換

が生じるかを見て(STEP41)、もし新たな切り替えがなければ(STEP41でNO)、そのまま、チャンネル切換を待っている(STEP41でNOのループ)。新たなチャンネル切換が生じれば(STEP41でYES)、その受信チャンネルでアンテナの指向性を全方位にスキャンし(STEP42)、最大受信電力レベルの指向性の方位を探索し(STEP43)、アンテナの指向性をその方位に保持する(STEP44)。

【0010】アレイアンテナの指向性を変化させ、全方位をスキャンするには、重み付け回路21から2nで、アンテナ素子で受信した電波の振幅と位相を制御し、合成回路3で各重み付け回路の出力を合成することで行う。図3は、8素子円状アレイアンテナの配置図である。nが8であるので、アンテナ素子11から18までの8個のアンテナ素子が素子間隔 $\lambda/2$ (λ =波長)で等間隔に配置されている。図4は図3の構成のアンテナで受信した指向性パターンの一例である。各アンテナ素子の重み付け回路で、受信電波の振幅および位相を制御し、受信電波の到来角が0°の方向の受信電力が最大になるように制御した場合を示している。図4でローブの大きさは合成受信電力レベルの強さであり、0°の方向のローブが最大であることがわかる。全方位をスキャンさせるには、各種の方法があるが、図7に示すような重み付け回路に設定するデータをメモリ6の指向性データエリアに記憶しておく例で説明する。図で、 $A(i, j)$ 、 $P(i, j)$ はそれぞれのアンテナ素子の重み付け回路に設定される振幅増幅度、位相遅れの大きさを示すものとする。電波の到来角が0°の方向の受信電力を最大にする場合は、アンテナ素子11に対応する重み付け回路21の振幅増幅度を $A(1, 0)$ 、位相遅れを $P(1, 0)$ 、アンテナ素子12に対応する重み付け回路22の振幅増幅度を $A(2, 0)$ 、位相遅れを $P(2, 0)$ 、アンテナ素子1nに対応する重み付け回路2nの振幅増幅度を $A(n, 0)$ 、位相遅れを $P(n, 0)$ にすることを意味している。到来角が1°の方向の受信電力が最大にするには、アンテナ素子11に対応する重み付け回路21の振幅増幅度を $A(1, 1)$ 、位相遅れを $P(1, 1)$ 、アンテナ素子12に対応する重み付け回路22の振幅増幅度を $A(2, 1)$ 、位相遅れを $P(2, 1)$ 、アンテナ素子1nに対応する重み付け回路2nの振幅増幅度を $A(n, 1)$ 、位相遅れを $P(n, 1)$ にする。このようにして、受信電力を最大にする方位のデータを0°から359°まで記憶しておき、アンテナの指向性の方位を設定するには、制御部5は図7の0°から359°のデータを読み出し、アンテナ素子11～1nに対応する重み付け回路21～2nにそのデータを設定することで、1°ごとにスキャンすることが可能となる。なお、図7では、1°ステップでデータを記憶したが、これは方位設定精度の要求に基づいて適当に定めればよい。

【0011】つぎに、手動でアンテナの指向性を制御する手動設定モードの制御について説明する。図6に制御

フローを示す。受信機の電源が投入されるか、電源が投入された状態でチャンネル切換が行われると（STEP 5 1）、制御部 5 は、設定されているチャンネルに対応して記録してあるアンテナの指向性設定データをメモリ 6 の受信チャンネルデータエリアから読み出し、重み付け回路 2 1 から 2 n に設定する（STEP 5 2）。つぎに、ユーザが、手動調整部 8 をオンにしているかを見る（STEP 5 3）。オンにしていなければ（STEP 5 3 で NO）、新たなチャンネル切換があるかを見て（STEP 5 1）、なければ（STEP 5 1 で NO）、手動調整部 8 をオンにしているか（STEP 5 3）にもどる。チャンネル切換があれば（STEP 5 1 で YES）、設定されたチャンネル対応に記憶してあるアンテナの指向性設定データをメモリ 6 の受信チャンネルデータエリアから読み出し、重み付け回路 2 1 から 2 n に設定する（STEP 5 2）。受信チャンネルデータエリアに記憶されている例を図 9 に示す。図 9 では各チャンネル対応に、アンテナの最大受信電力が得られる電波の到来角で記憶している。図でチャンネル 1 は 2° になっている。制御部 5 は 2 チャンネルの設定が 2° であることを読み取ると、図 7 に示す、メモリ 6 の指向性データエリアから 2° に対応する指向性データ、 $A(1, 2)$ 、 $P(1, 2)$ 、 $A(2, 2)$ 、 $P(2, 2)$ 、 \dots 、 $A(n, 2)$ 、 $P(n, 2)$ を読み出し、重み付け回路 2 1、2 2、 \dots 、2 n の振幅増幅度と位相遅れを設定する（STEP 5 2）。もし手動調整部 8 がオンになっていると（STEP 5 3 で YES）、手動調整部が指定している値に指向性を変更し（STEP 5 4）、メモリ 6 の受信チャンネルデータエリアにその値を記憶し（STEP 4 5）、はじめに戻る。ユーザが再度手動調整部 8 で指向性を変化させれば（STEP 5 3 で YES）、その値に指向性を変更し（STEP 5 4）、値を記憶する（STEP 5 5）。

【0012】手動調整部 8 の指向性の設定には各種の方法がある。一つは、アンテナの指向性の方位として、 0° から 359° を示すダイヤルがあり、ユーザがそのダイヤルを回転させて、指向性の方位を指定し、設定完了を示すスイッチをオンにすると、制御部 5 は、図 7 に示す指向性データエリアの内容から指定された方位に対応する振幅増幅度、位相遅れのデータを抽出し、重み付け回路に設定する方法である。また、他の方法としては、手動調整部 8 にプラスキーとマイナスキーをもち、現在設定されている方位を表示し、ユーザがプラスキーを押すと、 1° ずつ方位が増加し、マイナスキーを押すと 1° ずつ方位を減少させる方法もある。さらに指定を 1° ずつ増減させるのではなく、ダイヤルキーで任意の値の増減を設定する方法である。このようにして、手動でアンテナの指向性を変化させ、受信チャンネル対応に最適なアンテナの指向性が確保できる。

【0013】以上の説明は、自動設定モードと手動設定モードのそれぞれについて行ったが、受信機としては、自動設定モードと手動設定モードの二つのモードを備え、ユーザがときどきに依じて、どちらのモードにする

か選択する方法もある。図 1 は、自動／手動切替スイッチ 9 で二つのモードを選択することを可能としたものである。その場合の制御フローの例を図 10 に示す。本フローでは、図 5 の制御フローでは詳細に説明しなかった、自動設定モードでの最大受信電力の電波の到来角を搜索する方法についても詳細に示す。受信機の電源が投入されるか、電源が入った状態でチャンネル切換スイッチ 7 でチャンネル切換が行われると（STEP 6 1 で YES）、制御部 5 は自動／手動切替スイッチ 9 で自動設定モードになっているか、手動設定モードになっているかを見る（STEP 6 2）。もし自動設定モードなら（STEP 6 2 で YES）、チャンネル切換スイッチ 7 で設定してあるチャンネルを受信し（STEP 6 3）、電波の到来角の値を示す i の値を 0 に、最大受信電力を S の値を 0 に初期設定する（STEP 6 4）。図 8 に最大受信電力を S に、その時の方位を m に記憶しておくメモリ 6 の最大値データエリアの構成を示す。つぎに制御部 5 は、 i の値の方位にアンテナの指向性を設定する（STEP 6 5）。これは、メモリ 6 の指向性データエリアにある図 7 のデータから i° のデータを読み出し、重み付け回路 2 1 から 2 n までの振幅増幅度と位相遅れを設定することで行う。最初は i の値は 0 であるので、図 7 の 0° の値が設定され、その方位での受信チャンネルの受信電力の値 T を測定する（STEP 6 6）。つぎに測定された受信電力の値 T を、図 8 の S の値と比較し（STEP 6 7）、受信電力 T の値が S の値より大きければ（STEP 6 7 で YES）、そのときの i の値を m に記憶し、 T の値を S に記憶する（STEP 6 8）。もし T の値が S の値より小さくなければ（STEP 6 7 で NO）、 m と S の値はそのままにする。そして、 i の値が 359° を越えたかを見て（STEP 6 9）、もし越えていなければ（STEP 6 9 で NO）、 i の値に 1 を加え、新しい i の値でアンテナの指向性を設定し（STEP 6 5）、受信電力 T を測定し（STEP 6 6）、記憶してある S と比較し（STEP 6 7）、新しい T の受信電力が大きければ（STEP 6 7 で YES）、 S の値と i の値を更新する（STEP 6 8）。このループで i の値を 0 から 359 まで順次増やして受信電力の測定を行う。 i の値が 359 を越えたら（STEP 6 9 で YES）、図 8 の m に、受信電力レベルが最大の到来角が記録されることになる。そこで、記憶してある m の値の方位にアンテナの指向性になるように、図 7 に示すメモリ 6 の指向性データエリアから m° に対応するデータを読み出し、重み付け回路 2 1 から 2 n までの増幅度と位相遅れを設定し（STEP 7 0）、つぎに新しいチャンネルの設定が行われるかを待つ（STEP 6 1 で NO のループ）。

【0014】自動／手動切替スイッチ 9 が自動設定モードでなければ（STEP 6 2 で NO）、手動設定モードであるので、チャンネル切換スイッチ 7 で設定されているチャンネルを受信し（STEP 7 2）、図 9 に示すメモリ 6 の受信チャンネルデータエリアから設定チャンネルに対応して記録されているアンテナの方位を読み取り、図 7 に示すメモリ

6の指向性データエリアからその方位に対応するデータを読み出し、そのデータで重み付け回路21から2nの振幅増幅度と位相遅れを設定する(STEP 73)。テレビ受信機であれば、ここでユーザは受信している画像を見て、受信画像が良好かを確認する。もし調整が必要でなければ、ユーザは何もしないので(STEP 74でNO)、チャンネル切換スイッチ7の設定チャンネル受信(STEP 72)に戻る。このループでユーザが新しいチャンネルに切り替えていれば、そのチャンネルに対応して記憶してある値にアンテナの指向性を変更する(STEP 73)。もし調整が必要なら、ユーザは手動調整部8をオンにして指向性データを変更する。手動調整部8がオンになると(STEP 74でYES)、制御部5は手動調整部8で変更された手動調整データの値で、メモリ6の受信チャンネルデータエリアの設定チャンネルに対応する値を変更する(STEP 75)。例えば図9で、設定受信チャンネルが2チャンネルであれば、方位の角度は4°であるが、手動調整部8の手動調整データの値が5°とすると、図9のデータエリアの2チャンネルの値を5°に変更して記憶する(STEP 75)。次に制御部5は、自動/手動切り替えスイッチ9を見て自動設定モードに切り替わったかを見る(STEP 76)。自動設定モードでなければ(STEP 76でNO)、手動モードでの設定チャンネルの受信(STEP 72)にもどり、あらたに設定した方位にアンテナの指向性を変更する(STEP 73)。自動設定モードならば(STEP 76でYES)、自動設定モードの制御に移行し、設定されているチャンネルを受信し(STEP 63)、自動的に受信電力を最大値にする制御に入る。

【0015】このように、図10の制御フローにすれば、自動設定モードと手動設定モードを、自動/手動切り替えスイッチ9を切り替えることで、容易に変更することができる。また、図10の手動設定モードのフローは、図6を用いて説明した手動設定モードのフローと若干制御が異なるが、その差は、図6のフローでは、チャンネル切換を行わなければ(STEP 51でNO)、アンテナの再度の指向性の設定(STEP 52)をスキップさせているが、図10では、チャンネル切換を行ったか、行わなかったかを意識せず、いつも設定チャンネルに対応したアンテナの指向性の制御を行っていることである。どちらのフローでも、原理的には動作は同じである。もちろん、手動調整部8による手動での設定方法は、図10の場合でも図6の制御フローで説明した方法が使用できることはいうまでもない。

【図8】

角度	受信電力
m	S

【0016】なお、以上の説明では、アンテナアレイは360°の全方位をスキャンするものとしたが、電波の到来方向がある角度範囲に限られているような状況の時は、その範囲内でスキャンするようにすればよい。

【0017】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明を実施することにより、以下の効果がある。(1)指向性を変化させるアレイアンテナを用いることで、受信チャンネルごとに最適な指向性の設定が可能で、受信品質の向上が図れる。(2)自動設定モードでは各受信チャンネルの受信電力レベルが最大になるように自動的にアンテナの指向性が設定されるので、指向性の設定がきわめて容易である。(3)自動設定の場合、受信電力レベルのみを判断基準としているため、レベル最大でもノイズの影響が大きくなってしまうこともある。また、ユーザの嗜好の違いにより画像から受ける印象も様々であるので、こうした状況に対応できるように手動設定モードを用いることができ、受信機の使い勝手を大幅に向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の受信機の構成例を示すブロック図である。

【図2】従来のテレビ受信機のブロック図である。

【図3】8素子アレイアンテナのアンテナ素子の配置図である。

【図4】8素子アレイアンテナの指向性の例を示す図である。

【図5】自動設定モードの制御フローである。

【図6】手動設定モードの制御フローである。

【図7】指向性データエリアの説明図である。

【図8】最大値データエリアの説明図である。

【図9】受信チャンネルデータエリアの説明図である。

【図10】自動/手動切換モードの制御フローである。

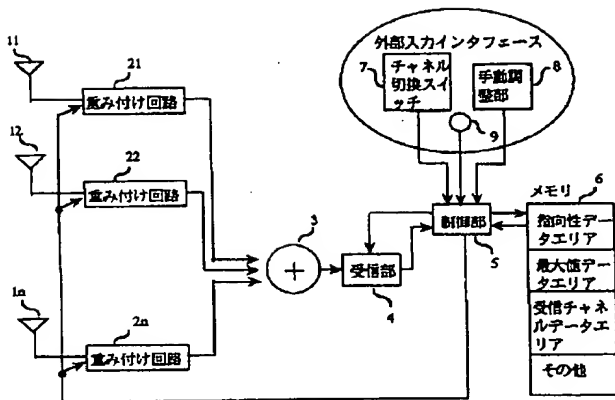
【符号の説明】

- 11、12、1n アンテナ素子
- 21、22、2n 重み付け回路
- 3 合成器
- 4 受信部
- 5 制御部
- 6 メモリ
- 7 チャンネル切換スイッチ
- 8 手動調整部
- 9 自動/手動切換スイッチ

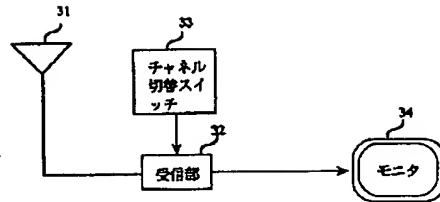
【図9】

チャンネル	1	2	3	K
角度	2°	4°	5°	L°

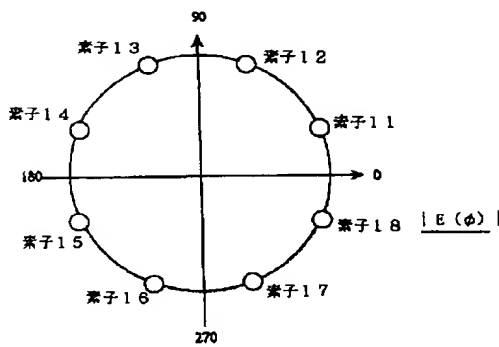
【図1】



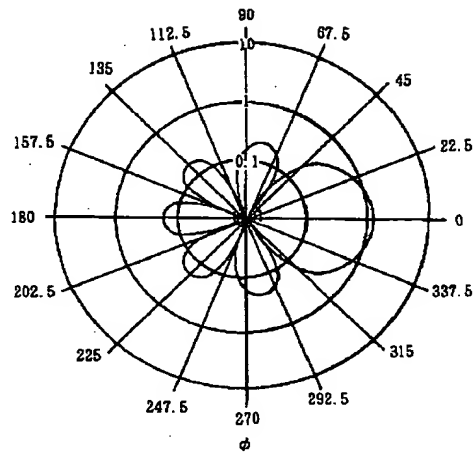
【図2】



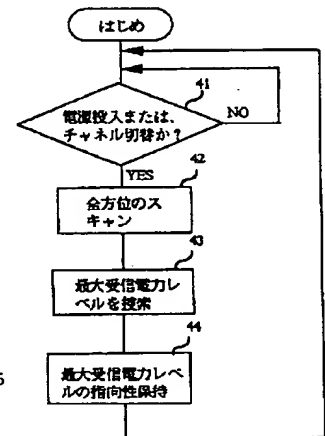
【図3】



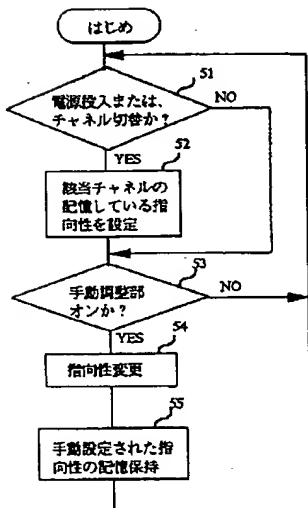
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

7/74 11/21	素子11		素子12		...	素子1n	
	振幅	位相	振幅	位相		振幅	位相
0°	A(1,0)	P(1,0)	A(2,0)	P(2,0)	...	A(n,0)	P(n,0)
1°	A(1,1)	P(1,1)	A(2,1)	P(2,1)	...	A(n,1)	P(n,1)
2°	A(1,2)	P(1,2)	A(2,2)	P(2,2)	...	A(n,2)	P(n,2)
.
j°	A(1,j)	P(1,j)	A(2,j)	P(2,j)	...	A(n,j)	P(n,j)
.
359°	A(1,359)	P(1,359)	A(2,359)	P(2,359)	...	A(n,359)	P(n,359)

【図10】

